

КИНЕТИКА ЭНЕРГИЧНЫХ ИОНОВ O^- В РАЗРЯДНОЙ ПЛАЗМЕ ПАРОВ ВОДЫ

THE KINETICS OF ENERGETIC O^- IONS IN DISCHARGE H_2O PLASMA

Пономарев А.А., Александров Н.Л.

*Московский физико-технический институт, Россия, Долгопрудный, Московская область,
Институтский переулок 9, nick_aleksandrov@mail.ru*

Методом Монте Карло выполнено моделирование поступательной релаксации энергичных ионов O^- , рождающихся в результате диссоциативного прилипания электронов к молекулам в плазме паров воды в сильном электрическом поле. Вычислены вероятности перезарядки и отлипания электронов от ионов O^- в зависимости от приведенного электрического поля.

Monte Carlo simulation was used to study the translational relaxation of energetic O^- ions formed by dissociative electron attachment to H_2O molecules in water vapor plasma in a strong electric field. The probabilities of charge exchange and electron detachment from O^- ions were calculated versus the reduced electric field.

Неравновесная разрядная плазма, генерируемая в парах воды и H_2O -содержащих газовых смесях, представляет интерес для многочисленных приложений низкотемпературной плазмы. Свойства такой плазмы зависят от количества и состава отрицательных ионов, которые определяются скоростями их образования, конверсии и гибели. При расчете этих скоростей в слабоионизованной плазме под действием сильного электрического поля вычисляется распределение ионов по энергиям, которое обычно предполагается находящимся в равновесии с электрическим полем.

В настоящей работе исследовался случай, когда ионы рождаются с избыточной энергией и до установления равновесия с электрическим полем успевают вступить в пороговые ионно-молекулярные реакции, эффективность которых относительно мала для «равновесных» ионов. Для этого методом Монте Карло моделировалась эволюция энергии ионов O^- , образованных при диссоциативном прилипании электронов к молекулам H_2O в сильном электрическом поле. Такие ионы рождаются в диапазоне от 0 до 1.5 эВ и могут эффективно участвовать в пороговых столкновительных процессах. При моделировании релаксации ионов в парах воды во внешнем электрическом поле учитывались упругие столкновения с молекулами, перезарядка ионов и отлипание электронов от ионов. Из расчетов следует, что до ~ 20% энергичных ионов O^- могут быстро превращаться в ионы OH^- в процессах перезарядки и до ~ 15% могут гибнуть в результате отлипания электронов.

Показано, что влияние энергичных ионов O^- на пороговые реакции не может быть описано традиционным образом. Был предложен подход для количественного описания этого эффекта, который особенно важен при малых приведенных полях (100 Тд и ниже), когда средняя энергия ионов мала, а электроны достаточно нагреты для прилипания к молекулам H_2O .

Работа частично поддержана грантом РФФИ № 16-32-00196.